

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-248562

(43)公開日 平成11年(1999)9月17日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 L 3/10  
B 6 2 D 5/04

識別記号

F I  
G 0 1 L 3/10  
B 6 2 D 5/04

F  
Z

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全6頁)

(21)出願番号 特願平10-60404

(22)出願日 平成10年(1998)2月26日

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者 力石 一穂

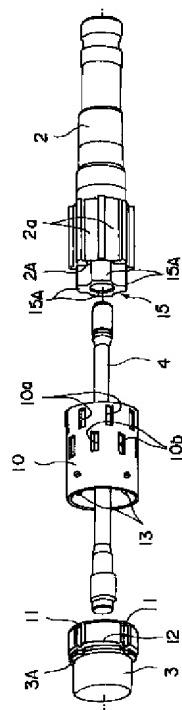
群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

(54)【発明の名称】トルクセンサ

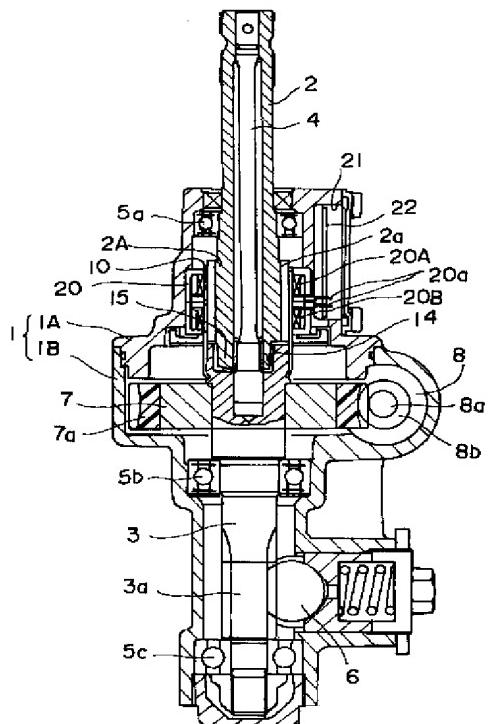
(57)【要約】

【課題】円筒部材の回転軸に対する位置ずれを確実に防止する。

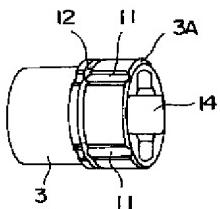
【解決手段】出力軸3端部の大径部3A外周面に、軸方向に延びる複数の軸方向溝11と、周方向に連続した周方向溝12とを形成する。軸方向溝11は、大径部3Aの両端部間に渡って形成し、周方向溝12は、円筒部材10を固定した際にその円筒部材10の端部が位置する付近に形成する。円筒部材10の内周面の下端部から若干張り込んだ位置に複数の半球状の突起13を形成する。突起13の個数及び形成位置は軸方向溝11に対応させ、突起13の高さは軸方向溝11の深さと同程度とする。円筒部材10を大径部3Aに固定する際には、突起13を軸方向溝11に嵌合させて円筒部材10の出力軸3に対する周方向の位置決めを行い、次いで円筒部材10を押し込み、その端部を周方向溝12に近接させ、その状態で円筒部材10端部を内側にかしめて周方向溝12に食い込ませる。



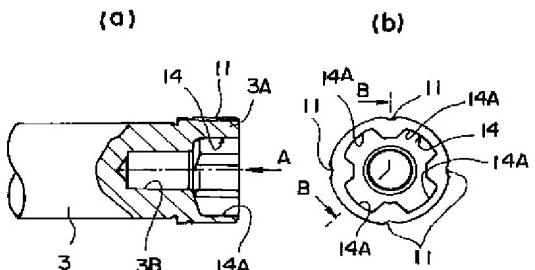
【図1】



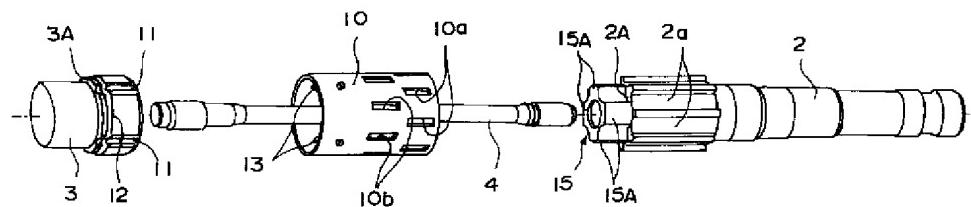
### 【図3】



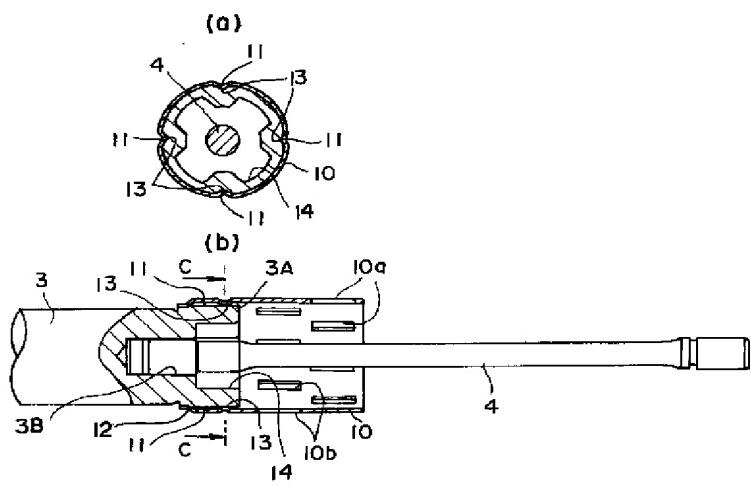
【図4】



〔四二〕



【图5】



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 同軸に配設され且つトーションバーを介して連結された第1及び第2の回転軸を有し、前記第1の回転軸の端部に、前記第2の回転軸の少なくとも一部分を包囲するように円筒部材を固定し、その円筒部材と、前記第2の回転軸との重なり状態に基づいてトルクを検出するようになっているトルクセンサにおいて、前記第1の回転軸の前記円筒部材を固定する側の端部外周面に、軸方向に延びる複数の軸方向溝と、周方向に連続した周方向溝と、を形成し、

前記円筒部材の内周面には、前記複数の軸方向溝のそれぞれに嵌合する複数の突起を形成し、前記軸方向溝に前記突起を嵌合することにより、前記円筒部材の前記第1の回転軸に対する相対回転を防止し、前記円筒部材の前記周方向溝に外嵌する部分をかしめることにより、前記円筒部材の前記第1の回転軸に対する軸方向への相対変位を防止するようになっていることを特徴とするトルクセンサ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、回転軸に発生するトルクを検出するトルクセンサに関し、特に、信頼性の向上を図ったものである。

**【0002】**

【従来の技術】この種の従来の技術としては、例えば本出願人が先に提案した特開平8-240491号公報に開示されたものがある。かかる公報に開示されたトルクセンサは、同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、導電性で且つ非磁性の材料からなる円筒部材を、前記第1の回転軸の外周面を包囲するように、前記第2の回転軸と回転方向に一体とし、前記第1の回転軸の少なくとも前記円筒部材に包囲された被包囲部を磁性材料で形成し、前記被包囲部に軸方向に延びる溝を形成し、前記円筒部材には、前記第1の回転軸との間の相対回転位置に応じて前記溝との重なり具合が変化するように窓を形成し、そして、前記円筒部材の前記窓が形成された部分を包囲するようにコイルを配設し、そのコイルのインダクタンスに基づいてトルクを検出するようになっており、これにより、簡易な構造で高精度のトルク検出が行え、しかも装置の小型化も図られるという効果が得られる。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】確かに、上記公報に開示された従来のトルクセンサであれば、上記のような効果を奏すことができるが、本発明者等が鋭意研究を行った結果、トルクセンサの高い信頼性を確保するために、回転軸への円筒部材の固定構造が重要であることが判った。

【0004】即ち、上記公報に開示されたようなトルクセンサの場合、円筒部材はアルミニウム等から形成され

るのに対し、これが固定される回転軸は鉄等から形成されるため、両者の熱膨張係数が異なることが多い、すると、円筒部材を回転軸に圧入するだけの構造では、円筒部材の回転軸への保持力が温度によって変動してしまい、保持力を維持できない場合がある。そして、保持力が低下してしまうと、回転軸に対する円筒部材の回転方向位置や軸方向位置がずれてしまい、検出精度が低下してしまうのである。

【0005】本発明は、このような従来の技術が有する10 解決すべき課題に着目してなされたものであって、円筒部材の回転軸に対する位置ずれを確実に防止でき、もって高い信頼性が得られるトルクセンサを提供することを目的としている。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため20 に、本発明は、同軸に配設され且つトーションバーを介して連結された第1及び第2の回転軸を有し、前記第1の回転軸の端部に、前記第2の回転軸の少なくとも一部分を包囲するように円筒部材を固定し、その円筒部材と、前記第2の回転軸との重なり状態に基づいてトルクを検出するようになっているトルクセンサにおいて、前記第1の回転軸の前記円筒部材を固定する側の端部外周面に、軸方向に延びる複数の軸方向溝と、周方向に連続した周方向溝と、を形成し、前記円筒部材の内周面には、前記複数の軸方向溝のそれぞれに嵌合する複数の突起を形成し、前記軸方向溝に前記突起を嵌合することにより、前記円筒部材の前記第1の回転軸に対する相対回転を防止し、前記円筒部材の前記周方向溝に外嵌する部分をかしめることにより、前記円筒部材の前記第1の回転軸に対する軸方向への相対変位を防止するようにした。

【0007】なお、第1の回転軸に形成する前記軸方向溝は、その第1の回転軸に形成するストップ構造とともに、冷間鍛造製とすることが望ましい。ここでいうストップは、第1の回転軸と第2の回転軸との相対回転角度を、所定角度範囲(±5度程度)内に規制するためのストップであって、例えば、第2の回転軸の端部外周面に形成された径方向に突出する凸部(オスストップ)と、第1の回転軸の端面に形成され前記凸部より若干幅広の40 四部(メスストップ)とで構成される。

【0008】そして、軸方向溝とストップ構造(前記例では、メスストップ)とを一緒に冷間鍛造で作り込めば、各部材の組立時には、第1の回転軸と第2の回転軸とをストップ中立位置に合わせて組み合わせるとともに、第1の回転軸の軸方向溝に突起を嵌合させることにより円筒部材の周方向の位置決めを行えば、円筒部材と第1の回転軸との組立位相も保証される。これに対し、円筒部材を第1の回転軸に圧入する構成では、第1の回転軸と第2の回転軸とを組み合わせた後に、第2の回転軸と円筒部材との位相合わせを行いつつ、円筒部材を第50

1の回転軸に圧入しなければならず、組立工程が煩雑でありコストアップの一因となる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1乃至図6は本発明の一実施の形態を示す図であって、この実施の形態は、本発明に係るトルクセンサを、車両の電動パワーステアリング装置に適用したものであり、図1は操舵系の要部を示す縦断面図である。

【0010】先ず、構成を説明すると、上側ハウジング1A及び下側ハウジング1Bからなるハウジング1内には、トーションバー4を介して連結された入力軸2及び出力軸3が、軸受5a, 5b及び5cによって回転自在に支持されている。これら入力軸2、出力軸3及びトーションバー4は、同軸に配設されていて、トーションバー4の上端側は入力軸2内に深く入り込んだ位置においてその入力軸2にピン結合されて回転方向に一体となっており、また、トーションバー4の下端側は出力軸3にスプライン結合されて回転方向に一体となっている。入力軸2及び出力軸3は鉄等の磁性材料から形成されている。

【0011】そして、入力軸2の上端部には、図示しない自在継ぎ手やステアリングシャフト等を介してステアリングホイールが回転方向に一体に取り付けられており、また、出力軸3の下端部にはピニオン軸3aが一体に形成されていて、ピニオン軸はラック軸6に噛合している。これらピニオン軸3a及びラック軸6は、公知のラックアンドピニオン式ステアリング装置を構成するものであり、従って、運転者がステアリングホイールを操舵することにより発生した操舵力は、入力軸2、トーションバー4、出力軸3及びラックアンドピニオン式ステアリング装置を介して、図示しない転舵輪に伝達される。

【0012】さらに、出力軸3には、これと同軸に且つ一体に回転するウォームホイール7が外嵌し、このウォームホイール7の樹脂製の噛合部7aと、電動モータ8の出力軸8a外周面に形成されたウォーム8bとが噛み合っている。従って、電動モータ8の回転力は、その出力軸8a、ウォーム8b及びウォームホイール7を介して出力軸3に伝達されるようになっており、電動モータ8の回転力及び回転方向を適宜制御することにより、出力軸3に適切な操舵補助トルクを付与できるようになっている。

【0013】そして、図1並びに入力軸2、出力軸3(端部のみ)及びトーションバー4を各別に分解した状態の斜視図である図2に示すように、入力軸2の出力軸3に近接した部分の外周面には、入力軸2と同軸の大径部2Aが形成されていて、この大径部2Aの外周面に近接してこれを包囲するように、肉薄の円筒部材10が配設されている。

【0014】即ち、円筒部材10は、導電性で且つ非磁性の材料(例えば、アルミニウム)から形成され、その下端部が、出力軸3の入力軸2側端部外周面に固定されている。

【0015】具体的には、出力軸3端部の図2とは異なる方向からの斜視図である図3、出力軸3端部の断面図である図4(a)、及びトーションバー4及び円筒部材10を固定した状態での断面図である図5に示すように、出力軸3の入力軸2側端部には、大径部3Aが形成されていて、その大径部3Aの外周面には、軸方向に延びる複数(この例では、4本)の軸方向溝11と、周方向に連続した周方向溝12とが形成されている。なお、図4(b)は同(a)のA方向矢視図であり、同(a)は同(b)のB-B線断面図に相当する。また、図5(a)は同(b)のC-C線断面図に相当する。

【0016】そして、各軸方向溝11は、互いに周方向に等間隔(90度)離れて、大径部3Aの両端部間に渡って形成されており、また、周方向溝12は、円筒部材10を固定した際にその円筒部材10の端部が位置する付近に形成されている。

【0017】一方、円筒部材10の内周面には、その下端部から若干張り込んだ位置に、複数(この例では、4つ)の半球状の突起13が形成されている。これら突起13の個数及び形成位置は出力軸3の軸方向溝11に対応していて、従って、突起13は、互いに周方向に等間隔(90度)離れている。また、突起13の高さは、軸方向溝11の深さと同程度である。

【0018】そして、円筒部材10を大径部3Aに固定する際には、その突起13を軸方向溝11に嵌合させることにより、円筒部材10の出力軸3に対する周方向の位置決めを行い、それから円筒部材10を押し込み、その端部を周方向溝12に近接させ、その状態で円筒部材10端部を内側にかじめて周方向溝12に食い込ませる。つまり、出力軸3に対する円筒部材10の周方向位置は、軸方向溝11に突起13が嵌合することにより固定され、出力軸3に対する円筒部材10の軸方向位置は、その端部が周方向溝12に食い込むことにより固定されている。

【0019】また、出力軸3の入力軸2側端部には、トーションバー4とのスライス結合用のスライス孔3Bが同軸に形成されるとともに、そのスライス孔3Bの端面側内周面には、メスストッパ14が形成されている。メスストッパ14は、図4に詳細に図示されるように、内周面が径方向外側に凹んだ四つの凹部14Aを有する十字形の孔である。

【0020】そして、メスストッパ14に対応して、入力軸2の端部には、オスストッパ15が形成されている。オスストッパ15は、図2に詳細に図示されるように、外周面が径方向外側に突出した四つの凸部15Aを有する十字形の軸であって、各凸部15Aの周方向の幅

は、凹部14Aの周方向の幅よりも若干小さくなっている。これにより、入力軸2及び出力軸3間の相対回転を所定角度範囲(±5度程度)に規制するようになっている。

【0021】一方、円筒部材10の組立後に大径部2Aを包囲する部分には、突起13から遠い側に、周方向に等間隔離隔した長方形の複数の窓10aが形成され、突起13に近い側に、窓10a, …, 10aと位相が180度ずれるように、周方向に等間隔離隔した長方形の複数の窓10bが形成されている。

【0022】これに対し、入力軸2の大径部2Aには、軸方向に延びる複数の溝2aが等間隔に形成されている。但し、溝2aの本数は、窓10a, 10bのそれぞれの個数と同じである。

【0023】そして、入力軸2と出力軸3との間に相対回転が生じていないとき(操舵トルクが零のとき)に、各溝2aの幅方向中心と、窓10aの幅方向中心との位相が90度となるように位置し、各溝2aの幅方向中心と、窓10bの幅方向中心との位相が逆方向に90度となるように位置するようになっている。

【0024】つまり、入力軸2, 出力軸3, トーションバー4及び円筒部材10を組み立てる際に、溝2aと窓10a, 10bとの重なり具合が上述のようになるように、入力軸2と円筒部材10との位相合わせを行うことが必要なのであるが、円筒部材10は出力軸3に固定されるものであり、入力軸2及び出力軸3はトーションバー4を介して結合されるものであるため、各部の位相関係を以下のように決定する。

【0025】先ず、操舵トルクが零の際には、入力軸2に形成されたオーストッパ15と、出力軸3に形成されたメスストッパ14とが中立位置で組み合わされる、つまり凹部14Aの中央部に凸部15Aが位置すればよいのであるから、オーストッパ15の各凸部15Aの周方向位置を入力軸2の各部位の位相を考える際の基準とし、メスストッパ14の各凹部14Aの周方向位置を出力軸3の各部位の位相を考える際の基準とする。

【0026】そこで、入力軸2に関しては、大径部2Aに形成される溝2a, …, 2aの周方向位置を、凸部15Aを基準に決定する。これに対し、出力軸3に関しては、大径部3Aの外周面に形成される軸方向溝11, …, 11の周方向位置を、凹部14Aを基準に決定する。

【0027】さらに、円筒部材10に関しては、各窓10a, …, 10a, 10b, …, 10bの周方向位置を、突起13を基準に決定する。このように各部位の周方向位置を決定すれば、組み立てる際には特に円筒部材の位相合わせをしなくても、各溝2a, …, 2aと、各窓10a, …, 10a, 10b, …, 10bとの位相関係は、ストッパの中立合わせを行うことで上記のようになる。

【0028】そして、そのような位相関係を確実に得るために、各部の加工精度が極めて重要である。そこで、本実施の形態では、入力軸2に関しては、溝2aやオーストッパ15を冷間鍛造により入力軸2と一緒に形成するとともに、出力軸3に関しては、溝11を冷間鍛造により出力軸3と一緒に形成することとしている。

【0029】図1に戻って、上側ハウジング1Aの内側には、円筒部材10を包囲するように、同一規格のコイル20A, 20Bが巻き付けられたボビンを内周側に支持する磁性材料からなるヨーク20が固定されている。但し、コイル20A, 20Bは円筒部材10と同軸になっていて、一方のコイル20Aは、円筒部材10の窓10a, …, 10aが形成された部分を包囲し、他方のコイル20Bは、円筒部材10の窓10b, …, 10bが形成された部分を包囲している。

【0030】そして、各コイル20A, 20Bの端部20aは、上側ハウジング1Aに形成されたセンサケース21内に収容された基板22に接続されていて、基板22上には、図示しないモータ制御回路が構成されている。モータ制御回路の具体的な構成は本発明の要旨ではないため、詳細には説明しないが、例えば上記特開平8-240491号公報に開示されるように、所定周波数の交流電流をコイル20A, 20Bに供給する発振部と、コイル20Aの自己誘導起電力を整流及び平滑して出力する第1整流平滑回路と、コイル20Bの自己誘導起電力を整流及び平滑して出力する第2整流平滑回路と、第1, 第2整流平滑回路の出力の差を増幅して出力する差動アンプと、差動アンプの出力から高周波ノイズを除去するノイズ除去フィルタと、ノイズ除去フィルタの出力に基づいて入力軸2及び円筒部材10の相対回転変位の方向及び大きさを演算しその結果に例えれば所定の比例定数を乗じて操舵系に発生している操舵トルクを求めるトルク演算部と、トルク演算部の演算結果に基づいて操舵トルクを軽減する操舵補助トルクが発生するような駆動電流を電動モータ8に供給するモータ駆動部と、を備えて構成することができる。

【0031】次に、本実施の形態の動作を説明する。今、操舵系が直進状態にあり、操舵トルクが零であるものとすると、入力軸2及び出力軸3間には相対回転は生じない。従って、入力軸2と円筒部材10との間にも相対回転は生じない。

【0032】これに対し、ステアリングホイールを操舵して入力軸2に回転力が生じると、その回転力は、トーションバー4を介して出力軸3に伝達される。このとき、出力軸3には、転舵輪及び路面間の摩擦力やラックアンドピニオン式ステアリング装置のギアの噛み合い等の摩擦力に応じた抵抗力が生じるため、入力軸2及び出力軸3間には、トーションバー4が捩じれることによって出力軸3が遅れる相対回転が発生し、入力軸2及び円筒部材10間にも相対回転が生じる。そして、その相対

回転の方向及び量は、ステアリングホイールの操舵方向や発生している操舵トルクに応じて決まってくる。

【0033】入力軸2及び円筒部材10間に相対回転が生じると、溝2aと、窓10a, …, 10a、10b, …, 10bとの重なり具合が当初の状態から変化するし、溝10a, …, 10aと溝10b, …, 10bとの位相関係を上記のように設定しているため、溝2aと窓10a, …, 10aとの重なり具合と、溝2aと窓10b, …, 10bとの重なり具合とは、互いに逆方向に変化する。

【0034】その結果、入力軸2及び円筒部材10間の相対回転に応じて、コイル20Aの自己インダクタンスと、コイル20Bの自己インダクタンスとは、互いに逆方向に変化するから、それらコイル20A, 20Bの自己誘導起電力も互いに逆方向に変化するようになる。よって、コイル20A, 20Bの自己誘導起電力の差を求めると、その差は、操舵トルクの方向及び大きさに従ってリニアに変化するようになる。その一方で、温度等による自己インダクタンスの変化は、モータ制御回路内の差動アンプにおいてキャンセルされる。

【0035】そして、モータ制御回路内のトルク演算部が、差動アンプの出力に基づいて操舵トルクを求め、モータ駆動部が、その操舵トルクの方向及び大きさに応じた駆動電流を電動モータ8に供給する。すると、電動モータには、操舵系に発生している操舵トルクの方向及び大きさに応じた回転力が発生し、その回転力がウォーム8b及びウォームホイール7を介して出力軸3に伝達されるから、出力軸3に操舵補助トルクが付与されたことになり、操舵トルクが減少し、運転者の負担が軽減される。

【0036】そして、本実施の形態では、出力軸3の端部に、複数の軸方向溝11と、周方向溝12とを形成し、軸方向溝11に円筒部材10の突起13を嵌合させ、円筒部材10の端部をかしめて周方向溝12に食い込ませているため、鉄製の出力軸3とアルミニウム製の円筒部材10という材料の異なる部材間であっても、熱膨張係数の違いなどに起因して保持力が低減するようなこともない。このため、円筒部材10の出力軸3に対する相対的な周方向位置や軸方向位置が当初の状態からずれ、それがトルク検出値に含まれてしまう可能性を大幅に低減できるのである。よって、安全性の点から高い信頼性が必要な電動式パワーステアリング装置用のトルクセンサとして、極めて好適である。

【0037】また、本実施の形態では、溝2a及びオスストッパー15を冷間鍛造により入力軸2と一体に形成するとともに、軸方向溝11を冷間鍛造により出力軸3と

一体に形成しているため、組立時の位相合わせが容易であり、製造コストの低減に寄与できるという利点もある。

【0038】ここで、本実施の形態では、入力軸2が第2の回転軸に対応し、出力軸3が第1の回転軸に対応する。なお、上記実施の形態では、本発明に係るトルクセンサを車両用の電動式パワーステアリング装置に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、他の用途のトルクセンサであっても、本発明は当然に適用することができる。

#### 【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第1の回転軸の円筒部材を固定する側の端部外周面に軸方向に延びる複数の軸方向溝と周方向に連続した周方向溝とを形成し、円筒部材の内周面に複数の軸方向溝のそれぞれに嵌合する複数の突起を形成し、軸方向溝に前記突起を嵌合することにより円筒部材の回転を防止し、円筒部材の前記周方向溝に外嵌する部分をかしめることによりその軸方向への変位を防止するようにしたため、第1の回転軸に対する円筒部材の周方向位置及び軸方向位置がずれる可能性を低減でき、信頼性の高いトルクセンサとすることができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の全体構成を示す縦断面図である。

【図2】実施の形態の要部を構成する各部材の斜視図である。

【図3】出力軸端部の図2とは異なる方向からの斜視図である。

【図4】出力軸端部の構成を示す図である。

【図5】トーションバーを組み込んだ状態での出力軸端部の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

1	ハウジング
2	入力軸（第2の回転軸）
2 A	大径部
2 a	溝
3	出力軸（第1の回転軸）
4	トーションバー
40	円筒部材
1 1	縦方向溝
1 2	周方向溝
1 3	突起
1 4	メスストッパー
1 5	オスストッパー

**PAT-NO:** JP411248562A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 11248562 A  
**TITLE:** TORQUE SENSOR  
**PUBN-DATE:** September 17, 1999

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
CHIKARAISHI, KAZUO	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
NIPPON SEIKO KK	N/A

**APPL-NO:** JP10060404

**APPL-DATE:** February 26, 1998

**INT-CL (IPC):** G01L003/10 , B62D005/04

**ABSTRACT:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely prevent the position deviation to a rotary shaft of a cylindrical member.

SOLUTION: On the outer peripheral surface of a large diameter part 3A at the end part of an output shaft 3, plural axial direction grooves 11 extended in an axial direction and a peripheral direction groove 12 continued in a peripheral direction are formed. The axial direction grooves

11 are formed between both end parts of the large diameter part 3A and the peripheral direction groove 12 is formed near a part where the end part of the cylindrical member 10 is to be positioned at the time of fixing the cylindrical member 10. Plural semispherical projections 13 are formed at the position slightly recessed from the lower end part of the inner peripheral surface of the cylindrical member 10. The number and forming positions of the projections 13 are made to correspond to the axial direction grooves 11 and the height of the projection 13 is turned to be about the same as the depth of the axial direction groove 11. At the time of fixing the cylindrical member 10 to the large diameter part 3A, the cylindrical member 10 is positioned in the peripheral direction with respect to the output shaft 3 by fitting the projections 13 to the axial direction grooves 11, then the cylindrical member 10 is pushed in, the end part is brought closer to the peripheral direction groove 12 and the end part of the cylindrical member 10 is caulked to an inner side and gnawed into the peripheral direction groove 12 in the state.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention aims at improvement in reliability especially about the torque sensor which detects the torque generated in the axis of rotation.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are some which were indicated as this kind of a Prior art by JP,8-240491,A which these people proposed previously, for example. While the torque sensor indicated by this gazette connects the 1st and 2nd axes of rotation allocated in the same axle via a torsion bar spring, The cylindrical member which consists of a nonmagnetic material with conductivity so that the peripheral face of said 1st axis of rotation may be surrounded, Consider it as one and the entire-covering enclosure part of said 1st axis of rotation surrounded by said cylindrical member at least is formed in said 2nd axis of rotation and a hand of cut with a magnetic material, Form in said entire-covering enclosure part the slot which extends in shaft orientations, and to said cylindrical member. A window is formed so that lap condition with said slot may change according to the relative rotating position between said 1st axis of rotation, a coil is allocated so that the portion in which said window of said cylindrical member was formed may be surrounded, and torque is detected based on the inductance of the coil.

Highly precise torque detection can be performed with a simple structure by this, and the effect that the miniaturization of a device is moreover also attained is acquired.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order surely to secure the high reliability of a torque sensor as a result of this invention person's etc. inquiring wholeheartedly although the above effects can be done so if it is the conventional torque sensor indicated by the above-mentioned gazette, it turned out that the fixing structure of the cylindrical member to the axis of rotation is important.

[0004] Namely, since the axis of rotation in which this is fixed is formed from iron etc. to a cylindrical member being formed from aluminum etc. in the case of a torque sensor which was indicated by the above-mentioned gazette, Both coefficients of thermal expansion differ in many cases, then the holding power to the axis of rotation of a cylindrical member is changed with temperature in the structure which presses a cylindrical member fit in the axis of rotation, and holding power may be unable to be maintained. And if holding power declines, the hand-of-cut position and axial position of a cylindrical

member to the axis of rotation will shift, and detecting accuracy will fall.

[0005]This invention is made paying attention to the issue which such a Prior art has and which should be solved, and can prevent certainly the position gap to the axis of rotation of a cylindrical member, and an object of this invention is to provide the torque sensor with which it has and high reliability is acquired.

[0006]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, it has the 1st and 2nd axes of rotation that this invention was allocated in the same axle, and were connected via a torsion bar spring, Fix to an end of said 1st axis of rotation so that said at least a part of 2nd axis of rotation may be surrounded, and a cylindrical member The cylindrical member, In a torque sensor which detects torque based on an overlapping state with said 2nd axis of rotation, Form two or more shaft-orientations slots which extend in shaft orientations, and a hoop direction slot which followed a hoop direction in an outer-periphery-of-end side of a side which fixes said cylindrical member of said 1st axis of rotation, and in inner skin of said cylindrical member. By forming two or more projections which fit into each of two or more of said shaft-orientations slots, and fitting said projection into said shaft-orientations slot, A relative displacement to shaft orientations to said 1st axis of rotation of said cylindrical member was prevented by preventing relative rotating to said 1st axis of rotation of said cylindrical member, and closing a portion attached outside said hoop direction slot of said cylindrical member.

[0007]As for said shaft-orientations slot formed in the 1st axis of rotation, it is desirable to consider it as a product made from cold forging with stopper structure formed in the 1st axis of rotation. A stopper here a relative rotating angle of the 1st axis of rotation and the 2nd axis of rotation, It is a stopper for regulating in a predetermined angle range (about \*\*5 times), for example, it is formed in heights (male stopper) which project in a diameter direction formed in an outer-periphery-of-end side of the 2nd axis of rotation, and the end face of the 1st axis of rotation, and comprises said heights a little in a broad crevice (scalpel stopper).

[0008]And a shaft-orientations slot and stopper structure (in said example.) If a scalpel stopper is made with cold forging together, at the time of an assembly of each member. If a hoop direction of a cylindrical member is positioned by making a projection fit into a shaft-orientations slot of the 1st axis of rotation while combining the 1st axis of rotation and 2nd axis of rotation according to a stopper center valve position, an assembly phase of a cylindrical member and the 1st axis of rotation will also be guaranteed. On the other hand, in composition which presses a cylindrical member fit in the 1st axis of rotation, performing phase doubling of the 2nd axis of rotation and a cylindrical member, after combining the 1st axis of rotation and 2nd axis of rotation, a cylindrical member must be pressed fit in the 1st axis of rotation, and an assembly process is complicated and serves as a cause of a cost hike.

[0009]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described based on a drawing. Drawing 1 thru/or drawing 6 are the figures showing the 1 embodiment of this invention, this embodiment applies the torque sensor concerning this invention to the electric power steering device of vehicles, and drawing 1 is drawing of longitudinal section showing the important section of a steering system.

[0010]First, if composition is explained, in the housing 1 which consists of the upper part housing 1A and the bottom housing 1B, the input shaft 2 and the output shaft 3 which were connected via the torsion bar

spring 4 are supported by the bearings 5a, 5b, and 5c, enabling free rotation. These input shafts 2, the output shaft 3, and the torsion bar spring 4, It is allocated in the same axle, in the position which entered deeply in the input shaft 2, pin connection of the upper bed side of the torsion bar spring 4 is carried out to the input shaft 2, it is united in the hand of cut, and spline combining of the lower end side of the torsion bar spring 4 is carried out to the output shaft 3, and it is united in the hand of cut. The input shaft 2 and the output shaft 3 are formed from magnetic materials, such as iron.

[0011]And the steering wheel is attached to the hand of cut at one via a universal joint, a steering shaft, etc. which are not illustrated in the upper bed part of the input shaft 2, and the pinion shaft 3a is formed in the lower end part of the output shaft 3 at one, and the pinion shaft has geared to the rack shaft 6. These pinion shafts 3a and the rack shaft 6 are what constitutes a publicly known rack and pinion type steering system, Therefore, the control force generated when a driver steered a steering wheel is transmitted to the steering wheel which is not illustrated via the input shaft 2, the torsion bar spring 4, the output shaft 3, and a rack and pinion type steering system.

[0012]furthermore -- the output shaft 3 -- this and the same axle -- and the worm gear 7 rotated to one was attached outside, and warm one 8b which were formed in the output-shaft 8a peripheral face of the electric motor 8 have geared with the engage part 7a made of resin of this worm gear 7. Therefore, the torque of the electric motor 8 can give now the suitable steering assistance torque for the output shaft 3 by being transmitted to the output shaft 3 via the output shaft 8a, warm one 8b, and the worm gear 7, and controlling suitably the torque and hand of cut of the electric motor 8.

[0013]And as drawing 1 and the input shaft 2, the output shaft 3 (only end), and the torsion bar spring 4 are shown in drawing 2 which is a perspective view in the state where it decomposed according to each, The cylindrical member 10 of closing in is allocated in the peripheral face of the portion close to the output shaft 3 of the input shaft 2 so that the major diameter 2A of the input shaft 2 and the same axle may be formed, the peripheral face of this major diameter 2A may be approached and this may be surrounded.

[0014]That is, the cylindrical member 10 is formed from a nonmagnetic material (for example, aluminum) with conductivity, and the lower end part is being fixed to the input-shaft 2 side-edge-part peripheral face of the output shaft 3.

[0015]As shown in drawing 5 which is a sectional view in the state where drawing 4 (a) which is a sectional view of drawing 3 and output-shaft 3 end whose drawing 2 of output-shaft 3 end is a perspective view from a different direction, the torsion bar spring 4, and the cylindrical member 10 were fixed, specifically, The major diameter 3A is formed in input-shaft 2 side edge part of the output shaft 3, and the shaft-orientations slot 11 on the plurality (this example 4) which extends in shaft orientations, and the hoop direction slot 12 which followed the hoop direction are formed in the peripheral face of that major diameter 3A. Drawing 4 (b) is the direction view figure of A of the (a), and the (a) is equivalent to the B-B line sectional view of the (b). Drawing 5 (a) is equivalent to the C-C line sectional view of the (b).

[0016]And regular intervals (90 degrees) leave each shaft-orientations slot 11 of each other to a hoop direction, and it is formed over between the both ends of the major diameter 3A, and when the hoop direction slot 12 fixes the cylindrical member 10, it is formed in the neighborhood in which the end of the cylindrical member 10 is located.

[0017]On the other hand, the hemispherical projection 13 of plurality (this example four) is formed in the inner skin of the cylindrical member 10 at the position watch for was kept a little from that lower end part.

The number and the formation position of these projections 13 support the shaft-orientations slot 11 of the output shaft 3, therefore it is [ regular intervals (90 degrees) ] mutually separated from the projection 13 to the hoop direction. The height of the projection 13 is comparable as the depth of the shaft-orientations slot 11.

[0018]And when the cylindrical member 10 is fixed to the major diameter 3A. Position the hoop direction to the output shaft 3 of the cylindrical member 10, and push in the cylindrical member 10, the end is made to approach the hoop direction slot 12, and cylindrical member 10 end is made to eat into the hoop direction slot 12 in total inside in the state by making the projection 13 fit into the shaft-orientations slot 11. That is, the hoop direction position of the cylindrical member 10 to the output shaft 3 is fixed when the projection 13 fits into the shaft-orientations slot 11, and the axial position of the cylindrical member 10 to the output shaft 3 is being fixed when the end eats into the hoop direction slot 12.

[0019]While the spline hole 3B for spline combining with the torsion bar spring 4 is formed in input-shaft 2 side edge part of the output shaft 3 at the same axle, the scalpel stopper 14 is formed in the end face side inner skin of the spline hole 3B. The scalpel stopper 14 is a hole of a cross-joint form which has the four crevices 14A where inner skin was dented on the diameter direction outside, as illustrated in detail by drawing 4.

[0020]And the male stopper 15 is formed in the end of the input shaft 2 corresponding to the scalpel stopper 14. The male stopper 15 is the four heights 15A projected on the diameter direction outside an axis of a cross-joint form which it has, and a peripheral face so that it may be illustrated in detail by drawing 2 the width of the hoop direction of each heights 15A, Rather than the width of the hoop direction of the crevice 14A, it is small a little and this regulates the relative rotating between the input shaft 2 and the output shaft 3 to a predetermined angle range (about \*\*5 times).

[0021]On the other hand into the portion which surrounds the major diameter 2A after the assembly of the cylindrical member 10. Two or more windows 10a of the rectangle which carried out regular-intervals isolation are formed in a hoop direction at a side far from the projection 13, and two or more windows 10b of the rectangle which carried out regular-intervals isolation are formed in the hoop direction so that the windows 10a, --, 10a and a phase may shift to the side near the projection 13 180 degrees.

[0022]On the other hand, two or more slots 2a which extend in shaft orientations are formed in the major diameter 2A of the input shaft 2 at equal intervals. However, the number of the slot 2a is the same as each number of the windows 10a and 10b.

[0023]When relative rotating has not arisen between the input shaft 2 and the output shaft 3 (when steering torque is zero) And the crosswise center of each slot 2a, It is located so that a phase with the crosswise center of the window 10a may be 90 degrees, and it is located so that the phase of the crosswise center of each slot 2a and the crosswise center of the window 10b may be 90 degrees to an opposite direction.

[0024]That is, when assembling the input shaft 2, the output shaft 3, the torsion bar spring 4, and the cylindrical member 10, it is required to perform phase doubling of the input shaft 2 and the cylindrical member 10 so that the lap condition of the slot 2a and the windows 10a and 10b may be as mentioned above, but. It is fixed to the output shaft 3, and since the input shaft 2 and the output shaft 3 are what is combined via the torsion bar spring 4, the cylindrical member 10 determines the phase relation of each part as follows.

[0025]First, the male stopper 15 with which steering torque was formed in the input shaft 2 on the

occasion of zero, . The scalpel stopper 14 formed in the output shaft 3 is put together in a center valve position. That is, since the heights 15A should just be located in the center section of the crevice 14A, make the hoop direction position of each heights 15A of the male stopper 15 into the standard at the time of considering the phase of each part of the input shaft 2, and let the hoop direction position of each crevice 14A of the scalpel stopper 14 be a standard at the time of considering the phase of each part of the output shaft 3.

[0026]Then, about the input shaft 2, the hoop direction position of the slots 2a, --, 2a formed in the major diameter 2A is determined on the basis of the heights 15A. On the other hand, about the output shaft 3, the hoop direction position of the shaft-orientations slots 11, --, 11 formed in the peripheral face of the major diameter 3A is determined on the basis of the crevice 14A.

[0027]About the cylindrical member 10, each window 10a, --, the hoop direction position of 10a, 10b, --, 10b are determined on the basis of the projection 13. Thus, if the hoop direction position of each part is determined, in particular when assembling, even if it does not carry out phase doubling of a cylindrical member, the phase relation with 10a, 10b, --, 10b is as mentioned above by each slots 2a, --, 2a, each window 10a and --, and performing neutral doubling of a stopper.

[0028]And in order to obtain such phase relation certainly, the process tolerance of each part is very important. So, in this embodiment, while forming the slot 2a and the male stopper 15 in the input shaft 2 and one with cold forging about the input shaft 2, about the output shaft 3, it is supposed that the slot 11 is formed in the output shaft 3 and one with cold forging.

[0029]It returns to drawing 1, and inside the upper part housing 1A, the yoke 20 which consists of a magnetic material which supports the bobbin around which the coils 20A and 20B of the same standard were twisted to the inner circumference side is being fixed so that the cylindrical member 10 may be surrounded. However, the coils 20A and 20B are the cylindrical member 10 and the same axle, one coil 20A surrounds the portion in which the windows 10a, --, 10a of the cylindrical member 10 were formed, and the coil 20B of another side is surrounding the portion in which the windows 10b, --, 10b of the cylindrical member 10 were formed.

[0030]And the end 20a of each coils 20A and 20B is connected to the substrate 22 accommodated in the sensor case 21 formed in the upper part housing 1A, and the motor control circuit which is not illustrated is constituted on the substrate 22. Since the concrete composition of a motor control circuit is not a gist of this invention, do not explain in detail, but so that it may be indicated by above-mentioned JP,8-240491,A, for example, The oscillation part which supplies the alternating current of predetermined frequency to the coils 20A and 20B, The 1st rectification smoothing circuit that rectifies and carries out smoothness and outputs the self-induction electromotive force of the coil 20A, The 2nd rectification smoothing circuit that rectifies and carries out smoothness and outputs the self-induction electromotive force of the coil 20B, The differential amplifier which amplifies and outputs the difference of the output of the 1st and 2nd rectification smoothing circuit, The noise rejection filter which removes a high frequency noise from the output of the differential amplifier, Based on the output of a noise rejection filter, calculate the direction and size of relative rotating displacement of the input shaft 2 and the cylindrical member 10, and to the result For example, the torque operation part which asks for the steering torque which multiplied by the predetermined proportionality constant and has been generated in the steering system, The motor driving section which supplies driving current which the steering assistance torque which reduces steering torque based on the result of an operation of torque operation part generates to the

electric motor 8 can be had and constituted.

[0031]Next, operation of this embodiment is explained. Now, a steering system is in a rectilinear-propagation state, and if steering torque shall be zero, relative rotating will not be produced between the input shaft 2 and the output shaft 3. Therefore, relative rotating is not produced between the input shaft 2 and the cylindrical member 11.

[0032]On the other hand, if a steering wheel is steered and torque arises in the input shaft 2, the torque will be transmitted to the output shaft 3 via the torsion bar spring 4. Since the resistance force according to frictional forces, such as frictional force between a steering wheel and a road surface and engagement of the gear of a rack and pinion type steering system, arises in the output shaft 3 at this time, The relative rotating in which the output shaft 3 is between the input shaft 2 and the output shaft 3 when the torsion bar spring 4 is twisted occurs, and relative rotating arises also between the input shaft 2 and the cylindrical member 10. And the direction and quantity of the relative rotating are decided according to the steering direction and the generated steering torque of a steering wheel.

[0033]When relative rotating arises between the input shaft 2 and the cylindrical member 10, the slot 2a and the windows 10a, --, 10a, Since the lap condition with 10b, --, 10b changed from the original state and has set up the phase relation of the slots 10a, --, 10a and the slots 10b, --, 10b as mentioned above, The lap condition of the slot 2a and the windows 10a, --, 10a and the lap condition of the slot 2a and the windows 10b, --, 10b change to an opposite direction mutually.

[0034]As a result, since the self-inductance of the coil 20A and the self-inductance of the coil 20B change to an opposite direction mutually according to the relative rotating between the input shaft 2 and the cylindrical member 10, the self-induction electromotive force of these coils 20A and 20B also comes to change to an opposite direction mutually. Therefore, if the difference of the self-induction electromotive force of the coils 20A and 20B is searched for, the difference will come to change linearly according to the direction and size of steering torque. On the other hand, change of the self-inductance by temperature etc. is canceled in the differential amplifier in a motor control circuit.

[0035]And the torque operation part in a motor control circuit asks for steering torque based on the output of the differential amplifier, and a motor driving section supplies the driving current according to the direction and size of the steering torque to the electric motor 8. Then, in an electric motor, the torque according to the direction and size of steering torque which have been generated in the steering system occurs, Since the torque is transmitted to the output shaft 3 via worm one 8b and the worm gear 7, it means that steering assistance torque was given to the output shaft 3, steering torque decreases, and a driver's burden is eased.

[0036]And in order to form two or more shaft-orientations slots 11 and hoop direction slots 12, to make the projection 13 of the cylindrical member 10 fit into the shaft-orientations slot 11 and to make the end of the cylindrical member 10 eat into the end of the output shaft 3 in total in this embodiment in the hoop direction slot 12, Even if it is between the members from which a material called the iron output shafts 3 and the cylindrical member 10 made from aluminum differs, it originates in the difference in a coefficient of thermal expansion, etc., and holding power does not decrease. For this reason, the relative hoop direction position and axial position to the output shaft 3 of the cylindrical member 10 shift from the original state, and a possibility that it will be contained in a torque detection value can be reduced substantially. Therefore, it is very suitable as a torque sensor for motor power steering systems which needs high reliability from a point of safety.

[0037]In this embodiment, since the shaft-orientations slot 11 is formed in the output shaft 3 and one with cold forging while forming the slot 2a and the male stopper 15 in the input shaft 2 and one with cold forging, there is also an advantage that phase doubling at the time of an assembly is easy, and can contribute to reduction of a manufacturing cost.

[0038]Here, in this embodiment, the input shaft 2 is equivalent to the 2nd axis of rotation, and the output shaft 3 is equivalent to the 1st axis of rotation. Although the above-mentioned embodiment explained the case where the torque sensor concerning this invention was applied to the motor power steering system for vehicles, it is not limited to this, and even if it is a torque sensor of other uses, naturally this invention is applicable.

[0039]

[Effect of the Invention]As explained above, according to this invention, the hoop direction slot which followed two or more shaft-orientations slots with which it extends in shaft orientations, and a hoop direction is formed in the outer-periphery-of-end side of the side which fixes the cylindrical member of the 1st axis of rotation, Two or more projections which fit into each of two or more shaft-orientations slots are formed in the inner skin of a cylindrical member, Preventing rotation of a cylindrical member and having prevented the displacement to the shaft orientations by fitting said projection into a shaft-orientations slot, by closing the portion attached outside said hoop direction slot on the cylindrical member A sake, A possibility that the hoop direction position and axial position of a cylindrical member to the 1st axis of rotation will shift can be reduced, and it is effective in the ability to consider it as a reliable torque sensor.

---

[Translation done.]